

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA CON
ESPECIALIDAD EN LABORATORIO CLÍNICO



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO
PACHAPIRIANA, DISTRITO DE CHONTALÍ, PROVINCIA DE
JAÉN– 2019

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
TECNÓLOGO MÉDICO EN LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA
PATOLÓGICA

Autores : Bach. LUCY MARLITA, MEJÍA TABOADA
Bach. MARIA EDITA, ZELADA HERRERA

Asesor : Dr. LUIS OMAR, CARBAJAL GARCÍA

Co – Asesor: Dr. JAIME, CUSE QUISPE

JAÉN – PERÚ, OCTUBRE, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día miércoles 23 de octubre del año 2019, siendo las 16:00 pm horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. Luz Azucena Torres García

Secretario: Mg. Polito Michael Huayama Sopla

Vocal: Dr. Santos Clemente Herrera Díaz, para evaluar la Sustentación de Tesis:

- () Trabajo de Investigación
(☒) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO PACHAPIRIANA, DISTRITO DE CHONTALI, PROVINCIA DE JAÉN - 2019", presentado por las Bachilleres Lucy Marlita Mejía Taboada y Maria Edita Zelada Herrera, de la Carrera Profesional de Tecnología Médica con especialidad en Laboratorio Clínico.


Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (☒) Aprobar () Desaprobar (☒) Unanimidad () Mayoría


Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (<u>14</u>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 17:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Dra. Luz Azucena Torres García
Presidente Jurado Evaluador


Mg. Polito Michael Huayama Sopla
Secretario Jurado Evaluador


Dr. Santos Clemente Herrera Díaz
Vocal Jurado Evaluador

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo general:	6
2.2. Objetivos Específicos:	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1. Materiales	7
3.2. Tipo y diseño de la Investigación.....	8
3.3. Población, muestra y muestreo.....	9
3.4. Métodos, técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	10
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	22
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
6.1. CONCLUSIONES	25
6.2. RECOMENDACIONES	26
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
AGRADECIMIENTO.....	29
DEDICATORIA	30
ANEXOS:	31

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Tipos de coliformes (Número Más Probable) presentes en el agua de consumo humano del Centro Poblado Pachapiriana, 2019	16
Tabla 2: Evaluación de la calidad del agua del C.P. Pachapiriana	17
Tabla 3: Parámetros bacteriológicos encontrados en el agua de consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana, 2019	17
Tabla 4: Resultados de los parámetros obtenidos con los valores máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. DS N° 031- 010-S.A.	19
Tabla 5.: Resultados de los parámetros obtenidos con los valores máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. DS N° 031- 010-S.A.	21

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Análisis microbiológico del agua para consumo humano de la población del Centro Poblado Pachapiriana, Distrito de Chontalí, Provincia de Jaén– 2019” cuyo objetivo fue determinar el nivel de contaminación microbiológica del agua de consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana, Distrito de Chontalí, Provincia de Jaén – 2019, de 120 viviendas se consideró para el estudio 40 viviendas y 4 pozos de abastecimiento de agua. En la investigación trabajamos con la Técnica del Número Más Probable en la cual obtuvimos como resultados que las muestras tienen que ser $< 1,8/100$ ml; mientras que los resultados obtenidos son $> 6.8/100$ ml elevado para coliformes totales, para coliformes fecales dio como resultado $> 4/100$ ml y para *E. Coli*; si se obtuvieron tres muestras (9 – 18 y 31) con el valor indicado del D.S. N° 031-2010 que es $< 1,8/100$ ml, las 37 muestras restantes tienen presencia de *E. coli* por que el resultado es $> 2/100$ ml. Se concluye que, con base a la prueba presuntiva, confirmativa y completa realizadas, se determinó que el agua que se abastece al C.P. Pachapiriana, no reúne las condiciones microbiológicas para ser considerada apta para el consumo humano debido a que todas las muestras presentan un NMP importante de coliformes fecales, totales y *E. coli* lo que indica que el agua está contaminada con materia fecal.

Palabras claves: Contaminación del agua, coliformes fecales, coliformes totales, inocua

ABSTRACT

This research paper called “Microbiological analysis of water for human consumption of the population of the Pachapiriana Village Center, District of Chontalí, Province of Jaén– 2019” whose objective was to determine the level of microbiological contamination of water for human consumption in the Town Center Pachapiriana, District of Chontalí, Province of Jaen - 2019, of 120 homes, 40 homes and 4 water supply wells were considered for the study. In the investigation we worked with the Most Probable Number Technique in which we obtained as results that the samples have to be $<1.8 / 100 \text{ ml}$; while the results obtained are $> 6.8 / 100 \text{ ml}$ elevated for total coliforms, for fecal coliforms it resulted in $> 4/100 \text{ ml}$ and for E. Coli; if three samples (9-18 and 31) were obtained with the indicated value of the D.S. No. 031-2010 which is $<1.8 / 100 \text{ ml}$, the remaining 37 samples have presence of E.coli because the result is $> 2/100 \text{ ml}$. It is concluded that, based on the presumptive, confirmatory and complete test performed, it was determined that the water that is supplied to the C.P. Pachapiriana, does not meet the microbiological conditions to be considered suitable for human consumption because all samples have an important NMP of fecal coliforms, total and E. coli indicating that the water is contaminated with fecal matter.

Keywords: Water pollution, faecal coliforms, total coliforms, innocuous

I. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en sus guías para la calidad de agua potable del año 2004, señala que el riesgo más común y difundido que lleva consigo el agua potable son las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos. (1)

A nivel mundial alrededor de 1,8 millones de personas mueren cada año debido a enfermedades diarreicas (incluido el cólera); un 90% de esas personas son niños menores de cinco años, principalmente procedentes de países en desarrollo. Además, se ha estimado que el 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre, de un saneamiento y una higiene deficiente. (2)

En el año 2013 en el Perú Domínguez *et al* (3) identificó más de 20 enfermedades en las que el agua es un vehículo directo o indirecto en el contagio, algunas de ellas tienen un alto impacto en término de morbilidad y mortalidad, por contaminación con aguas servidas y excretas de humanos o de animales; indicando a la vez que la población que habita en los asentamientos humanos no cuenta con las condiciones sanitarias adecuadas, ni con acceso a agua de calidad y está calculada en 40.6 %.

Gutiérrez Feliciano (4), indicó que en Puno la población todavía consume agua contaminada con materia fecal; y es que sólo existen alrededor de 49 mil 900 conexiones domiciliarias en el sistema de agua potable, según la Empresa Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SEDA-Juliaca). Es decir, alrededor del 50% de la población no cuenta con este servicio vital, por ello consume agua contaminada de pozos.

El procedimiento mediante el cual se inspecciona el agua es el análisis microbiológico, el cual determina si presenta o no patógenos y, en caso de ser positivo, su carga (cantidad) y grado de patogenicidad. Los análisis microbiológicos se basan habitualmente en el cultivo y recuento de los microorganismos. (5)

La gestión de la calidad de agua para consumo humano garantiza su inocuidad y se rige específicamente por los siguientes lineamientos; prevención de enfermedades transmitidas a través del consumo del agua de dudosa o mala calidad. Desarrollo de acciones de promoción, educación y capacitación para asegurar que el abastecimiento, la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo, sean eficientes, eficaces y sostenibles (6).

El control de la calidad sanitaria de los recursos del ambiente puede llevarse a cabo mediante la enumeración de bacterias indicadoras de contaminación fecal. Estas bacterias pueden ser utilizadas para valorar la calidad de los alimentos, sedimentos y aguas destinadas al consumo humano, la agricultura, la industria y la recreación, ya que no existe un indicador universal, por lo que se debe seleccionar el más apropiado para la situación específica en estudio. Los indicadores de contaminación fecal más utilizados son los coliformes totales y termotolerantes, *Escherichia coli* y enterococos. (7)

Los coliformes totales son bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37 °C, produciendo ácido y gas (CO₂) en 24 horas, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la B-galactosidasa. Entre ellos se encuentran los diferentes *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. (8)

La *Klebsiella aerogenes* son bacterias Gram negativas, anaerobias facultativas, de la familia de Enterobacterias, muchas son patógenas y son causa de infecciones oportunistas en huéspedes comprometidos generalmente hospitalizados, causa infección del tracto urinario y de tracto respiratorio (9). Se encuentra en el tracto digestivo humano, aunque también libremente en el suelo y de agua; sus colonias son grandes y mucosas, algunas

cepas llegan a formar cápsula, como fuente de carbono pueden utilizar glucosa y lactosa, no forman sulfato de hidrogeno. (10)

Los coliformes termotolerantes, soportan temperaturas hasta de 45 °C, comprenden un grupo muy reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal. En su mayoría están representados por el microorganismo *E.coli* pero se pueden encontrar, entre otros menos frecuentes, *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* estos últimos hacen parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen se asocia normalmente con la vigilancia y solo ocasionalmente aparecen en el intestino (11).

E. coli es la única especie dentro de las Enterobacterias que presentan la enzima B-D-Glucoronidasa, que degrada el sustrato 4-metilumbeliferil-β-D-glucorónico (MUG), formando 4-metilumbeliferona, este producto tiene la prioridad de emitir fluorescencia azul/verde cuando se ilumina con luz ultravioleta. (12)

Existen indicadores patógenos de transmisión fecal-oral la cual pueden estar presentes en el agua cruda (agua natural que no ha sido sometida a procesos de tratamiento para su potabilización), entre ellos bacterias como *Salmonella* spp., *Shigella* spp., coliformes totales y fecales, los cuales han sido encontradas en abastecimientos de agua (13).

El reglamento de la calidad del consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA), a través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; no solo establece límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos, orgánicos e inorgánicos y parámetros radioactivos, le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano; además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como autoridad sanitaria frente a estos temas. En el presente reglamento establece disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la

salud y el bienestar de la población; así mismo nos indican los parámetros microbiológicos y otros organismos (14). **(Anexo 1)**

Sotomayor Cobos (15); en su investigación realizada en Ecuador donde obtuvo 38 muestras mensuales durante 4 meses, como resultados se obtuvo Coliformes totales 1800 NMP/100ml siendo el máximo permisible <2 NMP/100ml. En *E. coli* se encontró 700 NMP/100ml siendo el máximo permisible <1 NMP/100ml. Recuento de levaduras y mohos. Al no contar con una norma establecida para levaduras, no podemos determinar si el recuento de microorganismo cumple con estándares de calidad. En conclusión, se dice que algunas muestras con altas concentraciones evidencian la necesidad de tomar algunas medidas desde diferentes ámbitos.

Chong Rengifo (16), en su investigación realizada en Perú en 12 muestras (6 muestras de pozos artesanos y 6 de reservorios), como resultados se obtuvo bacterias heterotróficas el valor máximo encontrado fue 1300 UFC/ml. En coliformes totales se encontró $1,6 \times 10^5$ NMP/100ml. coliformes termotolerantes $5,4 \times 10^4$ NMP/100ml; dando a conocer que, el agua de pozo y las aguas de la red de distribución del Centro Poblado Menor La Libertad están contaminadas con coliformes fecales.

Chambi Choque (17), en su estudio realizado al Agua de Consumo Humano del Centro Poblado de Trapiche- Ananea – Puno, consideró 54 muestras de agua distribuida en 10 piletas, 20 acequias y 24 pozos artesanales, obteniendo números de fuentes de abastecimiento contaminados y no contaminados; los mismos que fueron analizados a través de la prueba estadística de ji-cuadrado, y el NMP de coliformes y *Escherichia coli*, obteniéndose resultados de contaminación mayores en las piletas 70 %, pozos 54 % y acequias 40 %; siendo el número más probable de *Escherichia coli* mayor en pozos 11.46 ± 3.36 comparado a la de acequias y piletas que tuvieron 7.75 ± 2.43 y 6.28 ± 2.21 NMP de *Escherichia coli*, respectivamente ($P \leq 0.05$); determinándose que las tres fuentes de abastecimiento de agua NO ES APTO para consumo humano.

De acuerdo a todo lo mencionado anteriormente es necesario que se realice el estudio que va indicar cuál es la calidad microbiológica del agua de los pozos de captación y las viviendas de los pobladores del Centro Poblado Pachapiriana, Distrito de Chontali debido a que existe la posibilidad que esté contaminada con bacterias coliformes, por el estado en que se encuentran sus pozos y color del agua que llega a las viviendas., estableciendo el siguiente problema a investigar: ¿Cuál es el nivel de contaminación microbiológica del agua de consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana – 2019?

Los principales beneficiarios de esta investigación serán para los trabajadores de la planta de agua y la población consumidora, ya que ayudará a determinar la presencia de bacterias coliformes que es el principal objetivo. Sin embargo, como se señaló antes, las directrices sobre la calidad de las aguas residuales y las normas para aprovechamiento frecuentemente se expresan según el máximo número permisible de bacterias coliformes totales. Puesto que no existe duda sobre el origen fecal de las aguas residuales, se supone que estos microorganismos se pueden emplear como indicadores de patogenicidad y que existe por lo menos una relación semicuantitativa entre las concentraciones de microorganismos patógenos y las de indicadores.

Por lo que de acuerdo a todo lo mencionado anteriormente es necesario establecer como objetivo general a investigar es determinar el nivel de contaminación microbiológica del agua de consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana – 2019; y, los objetivos específicos planteados son identificar los tipos de coliformes (Número Más Probable) presentes en el servicio de agua de consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana; evaluar la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano mediante el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – DS N° 031- 2010 S.A., en el Centro Poblado Pachapiriana; determinar los parámetros bacteriológicos: coliformes totales y coliformes fecales o termotolerantes del sistema de agua para consumo humano, en el Centro Poblado Pachapiriana; y, comparar los resultados de los parámetros obtenidos con los valores máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano. DS N° 031-2010-S.A.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general:

Determinar el nivel de contaminación microbiológica del agua de consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana, Distrito de Chontalí, Provincia de Jaén – 2019.

2.2. Objetivos Específicos:

- a) Identificar los tipos de coliformes (Número Más Probable) presentes en el servicio de agua de consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana.
- b) Evaluar la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano mediante el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – DS N° 031- 2010 SA., en el Centro Poblado Pachapiriana.
- c) Determinar los parámetros bacteriológicos: coliformes totales y coliformes fecales o termotolerantes del sistema de agua para consumo humano, en el Centro Poblado Pachapiriana.
- d) Comparar los resultados de los parámetros obtenidos con los valores máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano. DS N° 031-2010-SA.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

- El agua obtenida de cada caño de agua de 40 viviendas y 4 pozos de abastecimiento.
- Medios de cultivo (caldo lauril sulfato, caldo lactosa verde brillante bilis 2%, medio EC y agar eosina azul de metileno).
- Medios diferenciales (TSI, LIA, SIM y Citrato)
- Incubadora
- Placas Petri
- Pipetas (10 ml, 5 ml y 1 ml)
- Frascos de vidrio
- Tubos tapa rosca 16 x 150 mm
- Autoclave
- Guantes
- Campanas de Durham
- Pro pipeta
- Mascarilla
- Alcohol
- Mechero
- Gradillas

Hipótesis

El agua destinada para el consumo humano obtenida en la red de distribución y en las viviendas del Centro Poblado Pachapiriana, en el Distrito de Chontali cumple con el Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano del D.S. N° 031-2010-SA.

3.2. Tipo y diseño de la Investigación

Objeto de estudio

La presente investigación tiene como objeto de estudio conocer el nivel de contaminación microbiológica del agua de consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana, ubicada en el Distrito de Chontalí, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, lugar donde existen 100 viviendas beneficiarias, de las cuales de acuerdo a los cálculos probabilísticos se tomó como muestra de la investigación a 40 viviendas y los 4 pozos de abastecimiento del agua del Centro Poblado Pachapiriana.

Método deductivo

Este método, a diferencia del inductivo, es el procedimiento racional que va de lo general a lo particular. Posee la característica de que las conclusiones de la deducción son verdaderas, si las premisas de las que se originan también lo son. Por lo tanto, todo pensamiento deductivo nos conduce de lo general a lo particular. De este modo, si un fenómeno se ha comprobado para un determinado conjunto de personas, se puede inferir que tal fenómeno se aplica a uno de estos individuos (18).

Nivel de investigación

Es básico porque recogimos información de la realidad para enriquecer el conocimiento teórico científico, los datos obtenidos serán orientados con el fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento al descubrimiento de principios y ley (19).

Diseño de estudio

Es descriptivo, porque fundamentalmente caracteriza fenómenos o situaciones concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en determinar el nivel de contaminación microbiológica de la zona donde se recolecta el agua y de cada vivienda a través de la descripción exacta de los análisis de laboratorio realizados a las aguas de consumo humano. (20)

3.3.Población, muestra y muestreo

Población:

La población de estudio está constituida por 100 viviendas que consumen agua entubada que la utilizan con diferentes fines, las viviendas que sirvieron para estudio pertenecen al Centro Poblado Pachapiriana, y se encuentra en el Distrito de Chontalí.

Muestra:

El estudio de las muestras se realizó de manera aleatoria sistemática donde se escogió 1 de cada 2 muestras llegadas al laboratorio. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 (p \cdot q)}{e^2 + \frac{Z^2 (p \cdot q)}{N}}$$

En donde:

N = tamaño de la población

n = tamaño de la muestra

Z = nivel de confianza deseado

P = proporción de la población con la característica deseada (éxito)

q = probabilidad de la población sin la característica deseada (fracaso)

e = nivel de error dispuesto a cometer

$$n = 40$$

Muestreo:

Una vez obtenida la cantidad de muestras, se pasa a ver la frecuencia con la que va a ser elegida:

$$\frac{\text{Número de muestras}}{\text{Muestra Probabilística}}$$

$$\frac{100}{40} = 2$$

Esta investigación de estudio es probabilística, mediante el muestreo aleatorio simple tomando como referencia las 40 muestra que son de las viviendas y 4 de los posos. Se escogió 1 de cada 2 muestras de las viviendas llegadas a laboratorio del Centro de Salud Morro Solar hasta completar el número para la siembra correspondiente.

3.4. Métodos, técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

Según el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” – R.D. 24 de septiembre del 2015 – MINSA. (21)

Preparación de materiales y equipos para muestreo

a) Materiales

- Tablero
- Fichas de registro de datos
- Etiqueta para la identificación de frascos
- Plumón indeleble
- Frascos de vidrio
- Hilo pabilo
- Corcho

b) Equipos

- Cámara fotográfica

c) Instrumentos de protección

- Zapato cerrado
- Guardapolvo
- Guantes
- Mascarilla

Procedimiento del muestreo

a) Ubicación y puntos de muestreo

Se debe programar la ubicación y el número de muestras a tomar.

- Puntos fijos

En la captación

A la salida del tratamiento de agua

A la salida de la infraestructura de almacenamiento

- Puntos de interés colectivo

En las redes de distribución sectorizadas

Toma de muestra

- La toma de muestra se realizó por personal autorizado para la actividad, con el fin de asegurar que las muestras sean representativas del agua.
- El punto de muestreo debe ser identificado.
- Tomar en cuenta: que en la toma de muestra de los grifos se debe tener en cuenta que no exista ninguna fuga de los sellos y empaquetaduras del caño, remover cualquier dispositivo ajeno al grifo, luego procedemos a desinfectar el grifo interna y externamente previa a la toma de muestra con algodón o hisopo con alcohol al 70% después abrir la llave y dejar que fluya durante 2 minutos antes de tomar la muestra; y para tomar la muestra en los pozos se debe asegurar un cordón de nylon de muestreo por medio del sujetador situado a un extremo y sumergir 30 cm, tener cuidado que no rose con las paredes de la estructura y retirar.

Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas:

Utilizamos guantes al momento de la toma de muestra, desamarrar el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel y sacar la cubierta del frasco para la toma de muestra; sin tocar el interior del frasco o la cara interna del tapón, sujetamos con la mano mientras se realiza el muestreo, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar.

Mientras mantenga la tapa en la mano, colocamos inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llenamos dejando un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación durante la etapa de análisis.

Colocamos la tapa en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel kraft en su lugar mediante el cordón.

Rotulado e identificación de las muestras de agua

Los frascos debemos identificarlos antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible, de preferencia utilizar plumón de tinta indeleble, sin borrones ni enmendaduras, la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo las siguientes datos con precisión:

- Código de identificación de campo
- Localidad, distrito, provincia, región
- Punto de muestreo
- Matriz
- Fecha y hora de muestreo
- Muestreador

Conservación y envío de muestras

- Las muestras que recolectamos fueron conservadas en cajas térmicas (coolers) a temperaturas de 4 °C (pero sin congelar).
- Los recipientes de vidrio fueron embalados con cuidado para evitar roturas, derrames y contaminaciones; trasladamos en cajas térmicas, aisladas de la influencia de la luz solar y con disponibilidad de espacio para la colocación del material refrigerante.

Medio de transporte

Fueron transportadas en cajas adecuadas con refrigerantes, no se transportan en mochilas, maletas, cartones, bolsas, etc.

Para el ingreso de las muestras al laboratorio, deben estar rotuladas y con solicitud de ensayo debidamente completada.

Técnicas de Recolección de datos

- 1.** Se realizó encuestas para verificar cuál es su opinión acerca del agua que les brindan para su consumo. **(anexo 2)**

- 2.** Etapa de campo: En esta etapa de la investigación, se recolectaron 44 muestras de agua en recipientes de vidrio estéril con tapa de 250 ml de capacidad, un volumen de 150 ml de acuerdo a los puntos de muestreo seleccionados, utilizando para una mejor identificación de las muestras tomadas la ficha de registro de datos. Se transportará en condiciones de refrigeración para luego ser analizados. **(anexo 3)**

- 3.** Etapa de laboratorio: En esta etapa de la investigación, se efectuó el análisis bacteriológico de las muestras de agua a través del método Numero Más Probable (NMP), el análisis lo realizaremos en el laboratorio del Centro de Salud Morro Solar – Jaén; área de microbiología. **(anexo 4)**

Procedimiento utilizado en el análisis de información

Técnica del Número Más Probable

El método del Número más probable (NMP) (Most probable number - MPN - en inglés), también conocido como el método de los ceros de Poisson, es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva/negativa. Es una estrategia eficiente para estimar densidades de población que se emplea cuando una evaluación cuantitativa de elementos individuales no es factible.

El método se basa en determinar la presencia o ausencia (positivo o negativo) de atributos específicos de microorganismos en copias obtenidas por diluciones consecutivas a partir de muestras de suelo u otros ambientes. Se basa en el principio de que una única célula viva puede desarrollarse y producir un cultivo turbio. El método requiere la realización de una serie de diluciones en serie de la muestra de cultivo, en un medio líquido adecuado para el crecimiento de dicho organismo de un volumen diez veces mayor. Luego, se incuban las muestras de esos tubos y, pasado un tiempo, se examinan los tubos. Aquellos tubos que recibieron una o más células microbianas procedentes de la muestra, se pondrán turbios, mientras que los tubos que no recibieron ninguna célula permanecerán transparentes.

Al aumentar el factor de dilución, se alcanza un punto en el que algunos tubos contendrán tan sólo un microorganismo y otros tubos no contendrán ninguno. Al calcular la probabilidad de que los tubos no hayan recibido ninguna célula, se puede estimar el número más probable de microorganismos presentes en la muestra original, a partir de una tabla estadística (22)

IV. RESULTADOS

La muestra de la zona de captación es de 79/100 ml de contaminación por coliformes totales, 9.3/100 ml de coliformes fecales, debido a que no se encuentra cubierta; además, se encuentra ubicado en zona donde hay plantas. La muestra de la zona de sedimentación se encontró 49/100 ml de contaminación por coliformes totales, 6.8/100 ml de coliformes fecales, ya que no cuentan con una limpieza y desinfección adecuada. La muestra de la zona de reservorio con 27/100 ml de contaminación por coliformes totales, 6,8/100 ml de coliformes fecales, ya que los reservorios no cuentan con una tapa fija y se encuentra expuesta a la intemperie que ingrese polvo, basura; y, la muestra tomada en el pozo de abastecimiento para las viviendas con 49/100 ml de contaminación de coliformes totales, 9.3 /100 ml de coliformes fecales, este reservorio se encuentra en una altura promedio pero no tiene una tapa que cubra que las personas no introduzcan material de contaminación, las muestras no superan los límites permisibles máximos permisibles del Reglamento de la calidad de agua para el consumo humano.

Tabla 1. Tipos de coliformes (Número Más Probable) presentes en el agua de consumo humano del Centro Poblado Pachapiriana, 2019.

Muestra de Pozos	COLIFORMES TOTALES				NUMERO MAS PROBABLE	
	Prueba Confirmativa			NMP	100 g.	NMP
	10	1	0,1	100 ml	Pos* 10;1;0,1	100 ml
Zona de captación	5	3	0	79	530	79
Cámara de sedimentación	5	2	0	49	520	49
Cámara de filtración	4	3	0	27	430	27
Reservorio	5	2	0	49	520	49

Muestra de Pozos	COLIFORMES FECAL				NUMERO MAS PROBABLE	
	Prueba Confirmativa			NMP	100 g.	NMP
	10	1	0,1	100 ml	Pos* 10;1;0,1	100 ml
Zona de captación	2	2	0	9,3	220	9,3
Cámara de sedimentación	2	1	0	6,8	210	6,8
Cámara de filtración	2	1	0	6,8	210	6,8
Reservorio	2	2	0	9,3	220	9,3

En la tabla 2 se presenta la evaluación de la calidad de agua de acuerdo al procesamiento de datos de las encuestas realizadas a cada jefe de familia de las 40 viviendas, los que indicaron que el agua que consumen no es de buena calidad, determinándose en los promedios de sus respuestas que el 100% se ubican en la categoría “mala”, esto indica que el agua del Centro Poblado Pachapiriana no es tratada correctamente.

Tabla 2. Evaluación de la calidad del agua del C.P. Pachapiriana

Categoría	Frecuencia	
	Cantidad	Porcentaje
Mala	40	100,00%
Buena	0	0,00%
Excelente	0	0,00%
Total	40	100,00%

FUENTE: Encuesta realizada a los 40 jefes de cada vivienda

En la tabla 3 se muestra que de las 40 muestras 2 tienen NMP más alto: la muestra 10 en la que se encontró 350/100 ml coliformes totales y la muestra 9 con 220/100 ml de coliformes totales, viviendas se encuentra ubicadas a una distancia de 3 metros del pozo de distribución. Las demás muestras tomadas y procesadas tampoco cumplen con los límites máximos permisibles, de acuerdo al reglamento de calidad de agua para el consumo humano. (DS N° 031-2010-SA).

Tabla 3. Parámetros bacteriológicos encontrados en el agua de consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana, 2019

Muestra de viviendas	COLIFORMES TOTALES				COLIFORMES FECALES				Límite máximo permisible
	Prueba			NMP	NMP				
	Confirmativa								
	10	1	0,1	100 ml	10	1	0,1	100 ml	
1	3	2	0	14	3	1	0	11	< 1,8/ 100 ml.
2	3	1	0	11	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
3	3	2	1	17	2	1	1	9,2	< 1,8/ 100 ml.
4	4	2	1	26	3	1	0	11	< 1,8/ 100 ml.
5	2	1	0	6,8	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
6	3	2	0	14	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
7	4	2	1	26	3	1	0	11	< 1,8/ 100 ml.
8	4	3	0	27	3	2	0	14	< 1,8/ 100 ml.
9	5	4	2	220	3	2	1	17	< 1,8/ 100 ml.
10	5	4	4	350	3	3	1	21	< 1,8/ 100 ml.
11	4	2	1	26	3	1	1	14	< 1,8/ 100 ml.

12	4	3	2	39	3	3	1	21	< 1,8/ 100 ml.
13	3	3	1	21	2	2	1	12	< 1,8/ 100 ml.
14	4	2	2	32	3	2	0	14	< 1,8/ 100 ml.
15	3	1	1	14	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
16	3	1	0	11	2	1	1	9,2	< 1,8/ 100 ml.
17	3	1	1	14	1	1	0	4	< 1,8/ 100 ml.
18	3	2	1	17	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
19	3	1	0	11	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
20	3	1	0	11	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
21	2	2	0	9,3	1	1	0	4	< 1,8/ 100 ml.
22	3	1	0	11	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
23	3	1	1	14	3	1	0	11	< 1,8/ 100 ml.
24	3	2	0	14	2	2	0	9,3	< 1,8/ 100 ml.
25	2	2	0	9,3	1	1	0	4	< 1,8/ 100 ml.
26	2	1	1	9,2	1	1	0	4	< 1,8/ 100 ml.
27	3	2	0	14	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
28	2	2	0	9,3	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
29	3	2	0	14	3	2	0	14	< 1,8/ 100 ml.
30	2	2	1	12	1	1	0	4	< 1,8/ 100 ml.
31	2	1	1	9,2	1	1	0	4	< 1,8/ 100 ml.
32	2	2	0	9,3	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
33	4	2	2	32	3	1	1	14	< 1,8/ 100 ml.
34	2	2	0	9,3	2	0	0	4,5	< 1,8/ 100 ml.
35	3	1	1	14	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
36	3	1	1	14	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
37	3	2	1	17	3	1	1	14	< 1,8/ 100 ml.
38	4	2	2	32	3	2	1	17	< 1,8/ 100 ml.
39	2	2	0	9,3	2	1	0	6,8	< 1,8/ 100 ml.
40	3	1	0	11	1	1	0	4	< 1,8/ 100 ml.

En la tabla 4 se presenta las 40 muestras tomadas de las viviendas del C.P. Pachapiriana, donde los resultados fueron positivos para coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* ya que pasan el límite establecido que es < 1,8/100 ml NMP esto significa que no cumplen con los límites máximos permisibles, de acuerdo al reglamento de calidad de agua para el consumo humano. (DS N° 031-2010-SA)

Tabla 4. Resultados de los parámetros obtenidos con los valores máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano. DS N° 031-2010-S.A.

Muestra de viviendas	COLIFORMES TOTALES							D.S N° 031-2010-SA		COLIFORMES FECALES				D.S N° 031-2010-SA		ESCHERICHIA COLI				D.S N° 031-2010-SA	
	Prueba Presuntiva			Prueba Confirmativa			NMP/	Unidad de medida	Límite máximo permisible				NMP/	Unidad de medida	Límite máximo permisible				NMP/	Unidad de medida	Límite máximo permisible
	10	1	0,1	10	1	0,1	100 ml			10	1	0,1	100 ml			10	1	0,1	100 ml		
1	3	2	0	3	2	0	14	UFC/100 ml a 35 °C	< 1,8/100 ml	3	1	0	11	UFC/100 ml a 44,5 °C	< 1,8/100 ml	1	1	1	6.1	UFC/100 ml a 44,5 °C	< 1,8/100 ml
2	3	1	0	3	1	0	11			2	1	0	6.8			1	1	0	4.0		
3	3	2	1	3	2	1	17			2	1	1	9.2			1	0	0	2.0		
4	4	3	1	4	2	1	26			3	1	0	11			1	1	0	4.0		
5	3	1	0	2	1	0	6.8			2	1	0	6.8			2	1	0	6.8		
6	3	2	0	3	2	0	14			2	1	0	6.8			2	1	0	6.8		
7	5	2	1	4	2	1	26			3	1	0	11			1	1	0	4.00		
8	5	3	0	4	3	0	27			3	2	0	14			3	1	0	11		
9	5	4	3	5	4	2	220			3	2	1	17			0	0	0	< 1,8		
10	5	4	4	5	4	4	350			3	3	1	21			1	1	0	4.00		
11	4	3	1	4	2	1	26			3	1	1	14			3	1	1	14		
12	4	3	2	4	3	2	39			3	3	1	21			2	2	0	9.3		
13	3	3	1	3	3	1	21			2	2	1	12			1	0	0	2.00		
14	5	4	4	4	2	2	32			3	2	0	14			2	1	0	6.8		

15	4	2	1	3	1	1	14			2	1	0	6.8			1	0	0	2.0		
16	4	2	1	3	1	0	11			2	1	1	9.2			1	1	0	4.0		
17	5	3	1	3	1	1	14			1	1	0	4			1	0	0	2.0		
18	5	3	2	3	2	1	17			2	1	0	6.8			0	0	0	< 1,8		
19	4	3	1	3	1	0	11			2	1	0	6.8			2	1	0	6.8		
20	3	3	1	3	1	0	11			2	1	0	6.8			1	0	0	2.0		
21	5	3	0	2	2	0	9.3			1	1	0	4			1	1	0	4.0		
22	4	2	0	3	1	0	11			2	1	0	6.8			1	0	0	2.0		
23	3	3	2	3	1	1	14			3	1	0	11			3	1	0	11		
24	4	3	2	3	2	0	14			2	2	0	9.3			1	1	0	4.0		
25	4	2	1	2	2	0	9.3			1	1	0	4			1	0	0	2.0		
26	3	2	1	2	1	1	9.2			1	1	0	4			1	0	0	2.0		
27	5	3	0	3	2	0	14			2	1	0	6.8			1	1	0	4.0		
28	4	3	2	2	2	0	9.3			2	1	0	6.8			1	0	0	2.0		
29	4	2	0	3	2	0	14			3	2	0	14			3	2	0	14		
30	3	3	1	2	2	1	12			1	1	0	4			1	0	0	2.0		
31	3	2	1	2	1	1	9.2			1	1	0	4			0	0	0	< 1,8		
32	3	3	2	2	2	0	9.3			2	1	0	6.8			1	0	0	2.0		
33	5	4	2	4	2	2	32			3	1	1	14			2	1	0	6.8		
34	3	3	1	2	2	0	9.3			2	0	0	4.5			1	0	0	2.0		
35	4	2	0	3	1	1	14			2	1	0	6.8			1	0	0	2.0		
36	5	3	2	3	1	1	14			2	1	0	6.8			1	0	0	2.0		
37	4	2	2	3	2	1	17			3	1	1	14			1	1	0	4.0		
38	5	3	2	4	2	2	32			3	2	1	17			2	2	0	9.3		
39	3	3	1	2	2	0	9.3			2	1	0	6.8			2	1	0	6.8		
40	3	1	1	3	1	0	11			1	1	0	4			1	0	0	2.00		

En la tabla 5 se presentan los resultados de las 4 muestras tomadas en los pozos de abastecimiento de agua al C.P. Pachapiriana, donde se puede observar que no cumplen con el límite establecido $< 1,8/100$ ml NMP esto quiere decir que las muestras son positivas para coliformes totales, fecales y *E. coli*; no cumpliendo los límites máximos permisibles, de acuerdo al reglamento de calidad de agua para el consumo humano. (DS N° 031-2010-SA)

Tabla 5. Resultados de los parámetros obtenidos con los valores máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano. DS N° 031-2010-S.A.

Muestra de pozos	COLIFORMES TOTALES							D.S N° 031-2010-SA		COLIFORMES FECALES				D.S N° 031-2010-SA		<i>ESCHERICHIA COLI</i>				D.S N° 031-2010-SA	
	Prueba Presuntiva			Prueba Confirmativa			NMP/	Unidad de medida	Límite máximo permisible				NMP/	Unidad de medida	Límite máximo permisible				NMP/	Unidad de medida	Límite máximo permisible
	10	1	0,1	10	1	0	100 ml			10	1	0,1	100 ml			10	1	0,1	100 ml		
A	5	3	1	5	3	0	79	UFC/100 ml a 35 °C	$< 1,8/100$ ml	2	2	0	9.3	UFC/100 ml a 44,5 °C	$< 1,8/100$ ml	1	0	0	2.0	UFC/100 ml a 44,5 °C	$< 1,8/100$ ml
B	5	2	0	5	2	0	49			2	1	0	6.8			1	1	0	4.0		
C	4	3	1	4	3	0	27			2	1	0	6.8			1	1	0	4.0		
D	5	2	0	5	2	0	49			2	2	0	9.3			1	1	0	4.0		

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a las muestras procesadas de los 4 pozos, el resultado indica que están contaminados, tal como se muestra en la tabla 01, donde se puede apreciar que la zona de captación la contaminación es de 79/100 ml de coliformes totales, 9.3/100 ml de coliformes fecales; siendo un posible factor de contaminación el abandono en que se encuentra, los restos de plantas en su interior, concentración alta de algas verdes de agua dulce. La muestra tomada en la zona de sedimentación, dio como resultado 49/100 ml de contaminación por coliformes totales, 6.8/100 ml de coliformes fecales, siendo un posible efecto la falta de limpieza y desinfección adecuada. La muestra tomada en la zona de filtración arrojó el resultado de 27/100 ml de contaminación por coliformes totales, 6.8/100 ml de coliformes fecales, siendo un posible foco de infección que el pozo se encuentre expuesto a la intemperie del polvo, basura, y otros restos; y, la muestra tomada en el reservorio, resultó con 49/100 ml de contaminación de coliformes totales, 9.3 /100 ml de coliformes fecales, siendo un posible factor que el pozo no tenga cobertura que lo proteja de efectos contaminantes, por lo que resultó que las 04 muestras tomadas en los pozos de abastecimiento de agua del Centro Poblado de Pachapiriana no superen los límites máximos permisibles del Reglamento de la calidad de agua para el Consumo Humano; resultados que son similares con el estudio realizado por Chong (16) donde indica que el agua de pozo y las aguas de la red de distribución del Centro Poblado Menor La Libertad se encontraron muestras contaminadas de coliformes totales 1.6×10^5 NMP/100ml ; coliformes termotolerantes 5.4×10^4 NMP/100ml; así como también lo determinado por Sotomayor (15) porque se obtuvo 38 muestras mensuales durante 4 meses, como resultados se obtuvo coliformes totales 1800 NMP/100ml siendo el máximo permisible <2 NMP/100ml. En *E. coli* se encontró 700 NMP/100ml siendo el máximo permisible <1 NMP/100ml.

Referente a la evaluación de la calidad de agua de acuerdo al procesamiento de datos de la encuesta realizada a cada jefe de familia de las 40 viviendas, nos indica que la categoría “mala” tiene un porcentaje de 100% esto indica que el agua del Centro Poblado Pachapiriana no es tratada correctamente; resultados que son idénticos con el estudio realizado por Chong (16) donde indica que la salubridad humana es una de las principales preocupaciones del hombre, dadas las consecuencias negativas de su descuido; en este contexto es que las sociedades en su conjunto suman capacidades para realizar un seguimiento a la calidad de las fuentes de agua para consumo humano, logrando, en muchas ocasiones, revertir en forma oportuna, las consecuencias contraproducentes, mediante acciones precisas que conllevaron ingentes esfuerzos humanos y económicos. Sin embargo, existen lugares donde esta salubridad no es prioridad, como suele suceder en las comunidades alejadas de las zonas urbanas.

De los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a las 40 muestras tomadas en las viviendas se puede indicar que ninguna cumple con los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para el consumo humano, siendo los resultados más resaltantes la muestra 9 que tiene 220/100 ml y la muestra 10 con 350/100 ml para coliformes totales; y, para coliformes fecales la muestra 10 y 12 resultaron con el NMP de 21/100 ml, viviendas que se encuentra ubicadas a una distancia cercana al pozo de distribución. Estos resultados son similares con el estudio realizado por Chambi (17) que considero en su estudio 54 muestras de agua que se obtuvo de 10 piletas, de 20 acequias y de 24 pozos artesanales, resultado con mayor contaminación las piletas 70%, pozos 54% y acequias 40%, determinándose que las tres fuentes de abastecimiento de agua *no es apto* para consumo humano; además, se determino en la evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua, están deteriorados debido a que no se programa mantenimiento a la infraestructura, tal como sucede en el sistema de infraestructura de abastecimiento de agua motivo de la presente investigación (**fotos – anexo 4**).

También se pudo determinar que las muestras de las viviendas y de los pozos no cumplen con los Límites máximo permisible para coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano (DS N° 031-2010-S.A.); datos que son similares al estudio realizado por Sotomayor (15) donde obtuvo resultados mayores al límite máximo permisible para coliformes totales y para *E. coli* evidenciando la

necesidad de tomar medidas inmediatas; también hay una similitud con el estudio realizado por Chambi Choque (17) donde se determinó que las muestras procesadas estaban contaminadas y excedían el Número Más Probable de coliformes y *Escherichia coli*, considerando el abastecimiento de agua como no apto para el consumo humano.

Respecto al objetivo y la hipótesis planteada en la investigación, se determinó que el nivel de contaminación del agua de consumo humano no cumple con los parámetros, las 44 muestras trabajadas tuvieron una incidencia mayor a 1,8/100 ml. Esto nos indica que los resultados obtenidos en la red de distribución y en las viviendas están contaminadas por que el Límite máximo permisible no cumple con el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA), siendo las causas más importantes, la falta de mantenimiento y que no contengan una tapa por eso está expuesto a contaminación ambiental.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Con base a la prueba presuntiva, confirmativa y completa realizadas, se determinó que el agua que se abastece al C.P. Pachapiriana, no reúne las condiciones microbiológicas para ser considerada apta para el consumo humano debido a que todas las muestras presentan un NMP importante de coliformes fecales, totales y *E. coli*.

Según la encuesta aplicada se concluyó que la calidad de agua que consume la población no es adecuada según el procesamiento de datos realizada a cada jefe de familia de las 40 viviendas.

De la evaluación realizada a las muestras tomadas en las 40 viviendas, se determinó que existe contaminación en todas para coliformes totales y para coliformes fecales; mientras que, para *E. coli* 37 muestras resultaron mayores a lo permitido por el D.S N° 031-2010 SA.

De acuerdo a la técnica del NMP, 100% de muestras de agua de las viviendas no son aptas para el consumo humano, según el D.S N° 031-2010 indica que las muestras tienen que ser $< 1,8/100$ ml; mientras que los resultados obtenidos son $> 6,8/100$ ml elevado para coliformes totales, mientras que para coliformes fecales dio como resultado $> 4/100$ ml y para *E. coli*; si se obtuvieron tres muestras (9 – 18 y 31) con el valor indicado del D.S. N° 031-2010 que es $< 1,8/100$ ml, las 37 muestras restantes tienen presencia de *E. coli* por que el resultado es $> 2/100$ ml.

6.2. RECOMENDACIONES

Al Centro de Salud del C.P. Pachapiriana, debe desarrollar capacitaciones a los pobladores para el tratamiento, uso y consumo adecuado del agua de calidad apto para el consumo humano.

Recomendar a los pobladores de C.P. Pachapiriana que deben hervir el agua antes de consumirla, para eliminar los microorganismos que están presentes.

A los miembros del Junta Administradoras de los Servicios de Saneamiento del C.P. Pachapiriana generar con el Gobierno Distrital proyectos de mejora para el abastecimiento de agua segura y de calidad ya que es un derecho de las personas.

Al representante de la Dirección General de Salud Ambiental de la Provincia de Jaén realizar un estudio y diagnóstico del agua de los lugares que no abastece Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento en el Distrito de Chontali y sus Centro Poblados, y a la vez, implementar programas de educación sanitaria específicos en la población de toda la cadena del abastecimiento de agua, desde la zona de captación, hasta su uso e ingesta del agua.

A las autoridades, docentes y estudiantes de la Universidad Nacional de Jaén conformar equipos multidisciplinarios con la capacidad de hacer seguimiento y orientación en el manejo y administración del agua para el consumo humano en el Centro Poblado Pachapiriana, para mejorar la salud de sus habitantes.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SUNASS. La calidad del agua potable en el Perú. 2004;; p. 40-49.
2. Felix Fuentes A, Campas Baypoli ON, Aguilar Apodaca MG, Meza Montenegro MM. Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México). Salud Publica y nutrición. 2007;(3).
3. Domínguez N, Jonis M, Carrasco S, Rivera L, Menacho A, Reyes G, et al. Perfil microbiológico del agua destinada a consumo humano de un asentamiento humano en Lima - Perú. Revista de la facultad de Medicina Humana de la Universidad Ricardo Palma. 2013;(2): p. 13-17.
4. Gutiérrez F. El drama de Chilla, toman agua contaminada con heces. Grupo La República Digital. 2015.
5. Garcia Y. [En línea].mailxmail.com. [Online].; 2009. Available from: <http://www.mailxmail.com/cursoanalisis->.
6. Ministerio de Salud. Ley N° 26842 - Ley General de Salud. 1997 julio 9..
7. Larrea Murrell JA, Rojas Badía M, Romeu Álvarez B, Rojas Hernández N, Heydrich Pérez M. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de calidad de las aguas. In Revision de la literatura. La Habana - Cuba; 2013.
8. Organización Mundial de la salud. Guía sobre los requisitos de las prácticas adecuadas de fabricación. 1998.
9. Kwang- Pyo K, Jochen K, Loessner MJ. Enterobacter sakazakii bacteriophages can prevent bacterial growth in reconstituted infant formula. In International journal of food microbiology.; 2006. p. 115. 195 - 203.
10. Shekhar NC, C.P , Laxman NY. Journal of Ethnopharmacology. 2007;(3): p. 446-451.

11. Hayes PR. Microbiología e higiene de los alimentos. In Microbiología e higiene de los alimentos. Zaragoza España: Acribia; 1993.
12. Manafí M. New approaches for the fast detection of the fast detection of indicators, in particular enzyme detection methods(EDM). 1998.
13. Ocasio N, Lopez M. <http://www.edustatipr.com/proyectos/inv97-98-11-3.pdf>. [Online].; 2004 [cited 2008 octubre 18].
14. Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA /. 2011 Febrero..
15. Sotomayor Cobos JP. Análisis de la concentración de microorganismos en el agua para consumo humano, en San Cristóbal, Provincia de Galápagos. [Tesis de titulación]. Ecuador: Universidad San Francisco de Quito; 2014.
16. Chong Rengifo A. Evaluación de la calidad del agua subterránea en el centro poblado menor la Libertad, distrito de San Rafael, provincia de Bellavista, región San Martín – Perú. [Tesis de maestria]. Perú: Universidad Nacional de San Martín Tarapoto; 2010.
17. Chambi Choque G. Determinación de Bacterias Coliformes y E. Coli en Agua de Consumo Humano del Centro Poblado de Trapiche- Ananea - Puno. Tesis para optar título profesional. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; 2015.
18. Vasquez Herrera MA. Metodos de investigaciòn. Un enfoque dinamico y creativo. 2008; 1.
19. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la Investigación. Quinta ed. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES S.S. DE C.V.; 2010.
20. Burns N, Grove S. Investigación en enfermería. 2012;; p. 614.
21. Ministerio de Salud. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. [Online]. Lima; 2015. Available from: www.digesa.minsa.gob.pe.
22. Quistián García H, Ramírez Hernández J, Ramos Franco M. microbiologia.blogspot.com. [Online].; 2014 [cited 2014 octubre 30. Available from: <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/numero-mas-probable-nmp.html>.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Nuestro Padre Celestial por iluminarnos en este nuevo logro; a nuestros padres por brindarnos todo su apoyo incondicional, en los buenos y malos momentos durante mi formación profesional, depositando en mí toda su confianza

Gracias a nuestro asesor Dr. Luis Omar Carbajal García por el apoyo incondicional y por compartir sus conocimientos, para concluir con éxito un proyecto que en un principio fue difícil realizar.

Gracias al Biólogo Jean Carlos Ruiz Hu por su apoyo en la parte de ejecución del proyecto, por compartir sus conocimientos y por la paciencia que tuvo con nosotras.

Lucy y Maria

DEDICATORIA

A Dios por permitirme lograr este triunfo, a mis padres por el esfuerzo y apoyo que me han brindado, ya que sin su ayuda no lo hubiera podido lograr, a mis hermanos que de una u otra forma me han brindado su confianza y apoyo para seguir adelante, a toda mi familia y en especial a mi padre que ha sido la persona que ha estado conmigo en todo el proceso, para mi madre que me apoyo moral y económicamente y me daba ánimo para que yo comience una nueva etapa en mi vida como es la de ser profesional.

L.M.M.T.

La presente tesis se la dedicado a Dios y a mis padres por haberme dado la vida, a mi Madre por ser el principal cimiento en la construcción de mi vida, en la parte moral y económica; por su esfuerzo y apoyo incondicional para darme una carrera pensando en mi futuro para poder llegar a ser profesional.

M.E.Z.H.

ANEXOS:

Anexo 1: Límites máximos permisibles

<i>Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos (14)</i>		
Parámetros	Unidad de Medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias coliformes totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 mL a 44,5°C -	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
6. Virus	UFC/mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0
UFC = Unidad Formadora de Colonias		
(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1.8/100 ml.		

Anexo 2: Encuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA

CUESTIONARIO ANALISIS DEL AGUA DE LOS POZOS Y VIVIENDAS DEL CENTRO

POBLADO PACHAPIRIANA

INSTRUCCIONES

A continuación, le presentamos una serie de preguntas, por favor marque con una X la respuesta que usted considere adecuada a su situación.

1. El proveedor del servicio de agua para el consumo humano realiza la limpieza adecuada a los pozos.

☐

No

☐

SI

Si la respuesta es SI cada que tiempo _____

2. ¿Cuál cree usted que es la calidad de agua que consume a diario?

☐

Buena

☐

Mala

☐

Regular

3. Sabe si existe vigilancia por parte de los encargados de salud.

☐

No

☐

SI

4. Realizan algún pago para que obtenga el servicio de agua.

☐

No

☐

SI

5. Usted está informado si el agua que utilizan es apta para el consumo humano.

☐

No

☐

SI

6. Características físicas del agua.

☐

Limpia

☐

Sucia

Anexo 3: Etapa de campo

Instrumentos de la Investigación

a) Material

Frascos de vidrio



Agar



Tubos

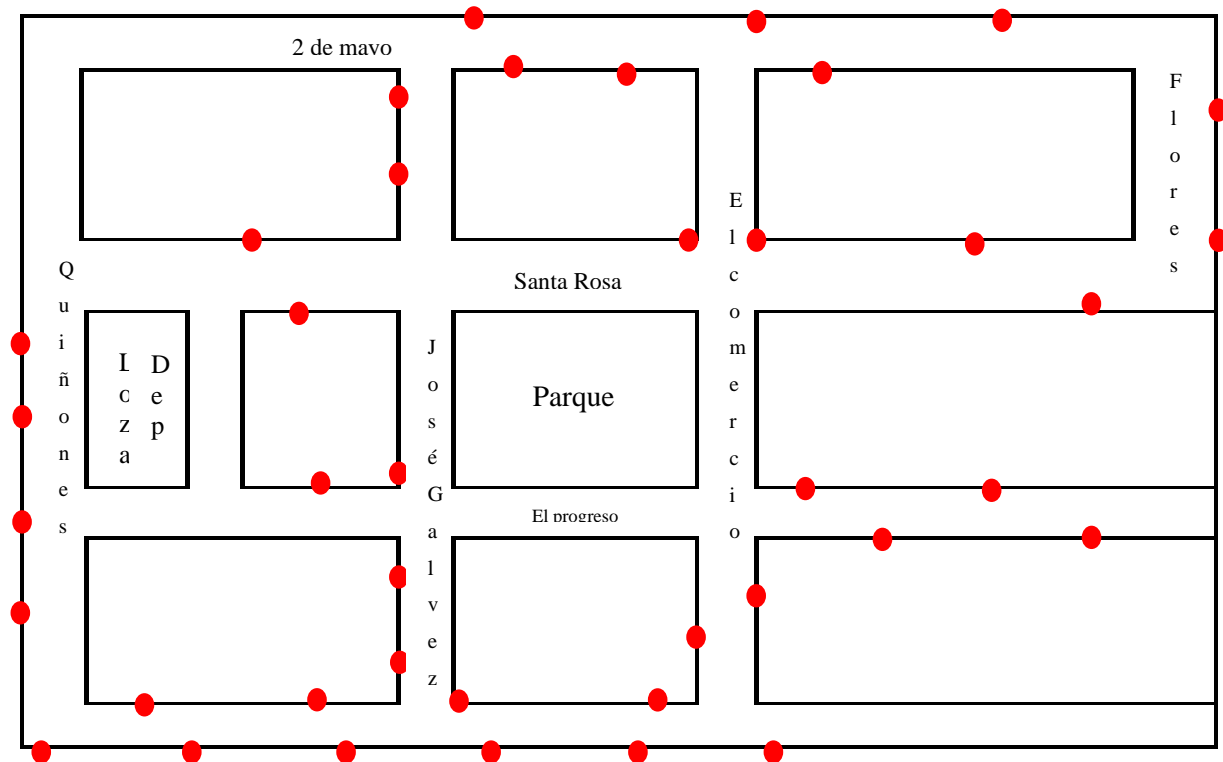


Pipetas



b) Recolección de las muestras:

Realizamos la selección de las viviendas: los puntos rojos son las viviendas en la cual hemos aplicado la encuesta y el recojo de las muestras.



La persona encargada de tomar las muestras de las viviendas tendrá que vestir correctamente (guantes, mascarilla y guardapolvo).



Abrimos el grifo para que el agua fluya abundantemente



Destapamos el frasco esterilizado sin tocar la boca del mismo ni el interior.



Todos los movimientos se realizaron sin interrupciones, al abrigo de corrientes de aire y con las máximas precauciones de asepsia.



Transporte de las muestras



- c) Fichas de registro de datos: Se utilizaron para registrar información obtenida de cada vivienda.

Nº	DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA	NOMBRE Y APELLIDOS	ACEPTA PARA RECOLECTAR LA MUESTRA		FECHA
			SI	NO	
01	Santa Rosa	Otilia Mejía Pérez	X		23/06/2019
02	Santa Rosa	Edgar Guayama	X		23/06/2019
03	El comercio	Herminio Mejía Pérez	X		23/06/2019
04	Progreso	Clemencia Díaz Pérez	X		23/06/2019
05	Progreso	Yovany Díaz	X		23/06/2019
06	2 de mayo	Adán Mejía Díaz	X		23/06/2019
07	2 de mayo	Banner Díaz Flores	X		23/06/2019
08	2 de mayo	Alberto Picón	X		23/06/2019
09	2 de mayo	Exedina Mondragón Figueroa	X		23/06/2019
10	2 de mayo	Juan Neira Correa	X		23/06/2019
11	Quiñones	Segundo Mejía Pérez	X		07/07/2019
12	Progreso	Carla Vásquez	X		07/07/2019
13	Quiñones	Anderson Villalobos	X		07/07/2019
14	Quiñones	Clariza Coronado	X		07/07/2019
15	José Gálvez	Luis Vásquez	X		07/07/2019

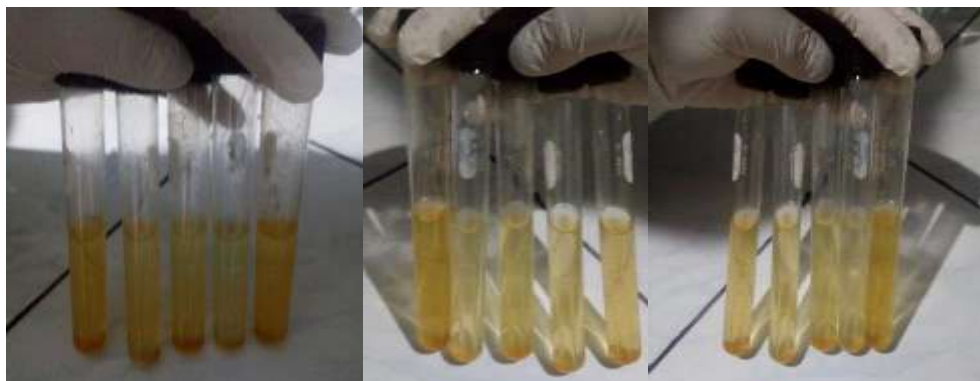
16	José Gálvez	Wilder García	X		07/07/2019
17	El comercio	Magdaleno Jiménez Sánchez	X		07/07/2019
18	El comercio	Luis Jiménez	X		07/07/2019
19	2 de mayo	José Villalobos Pérez	X		07/07/2019
20	José Gálvez	Mabel Mejía Díaz	X		07/07/2019
21	José Gálvez	German Villalobos	X		21/072019
22	José Gálvez	Gilbert Neira	X		21/072019
23	Progreso	Antonio Mejía Díaz	X		21/072019
24	Santa Rosa	Amelia Cubas	X		21/072019
25	Santa Rosa	Ausberto Santacruz Jiménez	X		21/072019
26	Quiñones	Luz Maribel Yampen Acuña	X		21/072019
27	La paz	Rosa Pérez	X		21/072019
28	La paz	Freddy Santacruz Jiménez	X		21/072019
29	La paz	Raúl Mondragón Figueroa	X		21/072019
30	La paz	Heladio Díaz	X		21/072019
31	La paz	Martha Silva	X		04/08/2019
32	La paz	Yuli Villalobos	X		04/08/2019
33	La paz	Alejo Roque	X		04/08/2019
34	Progreso	Hortensio Santos Ramos	X		04/08/2019
35	La paz	Ermitaño Santacruz Jiménez	X		04/08/2019
36	La paz	Zaite Medina	X		04/08/2019
37	La paz	Marcos Villalobos	X		04/08/2019
38	Flores	Karen Mejía	X		04/08/2019
39	Flores	Paulino Villalobos	X		04/08/2019
40	El comercio	Betty Neira	X		04/08/2019
41		Zona de captación	X		23/06/2019
42		Cámara de sedimentación	X		07/07/2019
43		Cámara de filtración	X		21/072019
44		Reservorio	X		04/08/2019

Anexo 4: Etapa de laboratorio

Procesamiento de la muestra de agua

Prueba presuntiva

1. Tomar una batería con 15 tubos de ensayo distribuidos de 5 en 5.



2. Los primeros 5 tubos (contienen Caldo Lauril Sulfato doble concentración) inocular con pipeta esterilizada, 10 ml de la muestra de agua a ser analizada en cada tubo.(Dilución 1:1)



3. En los 10 tubos restantes (contienen caldo Lauril sulfato simple concentración), inocular en los 5 tubos, 1 ml de la muestra (dilución 1:10) y en los 5 tubos, inocular 0,1 ml de la muestra, en cada tubo.(dilución 1:100)
4. Homogenizar y rotular los tubos.

5. Incubar a 35 ± 0.5 °C durante 24/48 horas.



6. Si al cabo de 24/48 horas, haya turbidez y formación de gas dentro de la campana de Durham, significa que la prueba presuntiva ha sido positiva. En este caso hacer la prueba confirmativa.

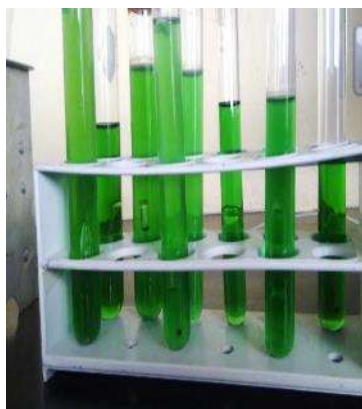


Prueba confirmativa

1. Tomar el número de tubos de la prueba presuntiva que resultaron positivos (Turbidez y gas) en las 3 diluciones 1:1; 1:10; 1:100.



2. Tomar igual número de tubos conteniendo el medio de cultivo verde brillante bilis a 2%.



3. Con el asa de platina previamente flameada y fría, retirar de cada tubo positivo una porción de muestra e incubar en el tubo correspondiente conteniendo el medio verde brillante.



4. Homogenizar y rotular los tubos.
5. Incubar a 35 ± 0.5 °C durante 24/48 horas.

6. Si al final del periodo de 24/48 horas haya turbidez y formación de gas dentro de la campana de Durham, la prueba es considerada positiva.

Expresión de resultados.

Los resultados se expresan en NMP (Número Más Probable) de coliformes totales/100 ml de muestra y para determinarlo se verifica la combinación formada por el número de tubos positivos que presentaron las diluciones 1:1; 1:10; 1:100 en la Prueba confirmativa, según Estándar Methods 9221 B. Estándar Total Coliform Fermtation Technique, June 2009.

Determinación de coliformes termotolerantes

Método de los tubos múltiples (TM)

1. Tomar todos los tubos de la **prueba presuntiva** que resultaron positivos (Turbidez y gas) y todos los tubos negativos en que hubo crecimiento luego de 48 horas, en las diluciones (1:1; 1:10; 1:100)



2. Transferir, con asa de platina flameada y fría, una posición para los tubos de ensayo conteniendo el medio EC.

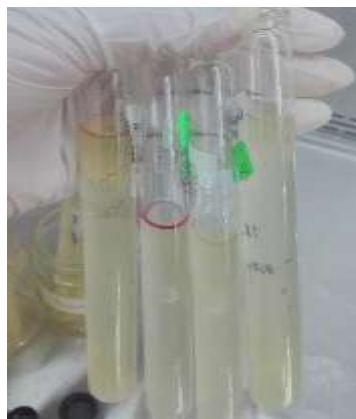


3. Mezclar y dejar todos los tubos en el baño de agua durante 30 minutos.

4. Incubar en baño maría a $44,5 \pm 0,5$ °C durante 24 ± 2 horas.



5. Si al final de 24 horas o menos haya turbidez y formación de gas, hay indicación de la presencia de coliformes termotolerantes.



Expresión de resultados.

Los resultados se expresan en NMP (Número Más Probable) de coliformes termotolerantes/100 ml de muestra y para determinarlo se verifica la combinación formada por el número de tubos positivos que presentan las diluciones 1:1; 1:10; 1:100 en la Prueba presuntiva, según Estándar Methods 9221 B. Estándar Total Coliform Fermtation Technique, June 2009.

NOTA: Este ensayo debe ser llevado a cabo simultáneamente a la prueba confirmativa para coliformes totales.

Prueba confirmativa para *E. coli*

1. Preparación del Agar eosina azul de metileno y luego servir en las placas.
2. Diferenciar los tubos del EC que están positivos.

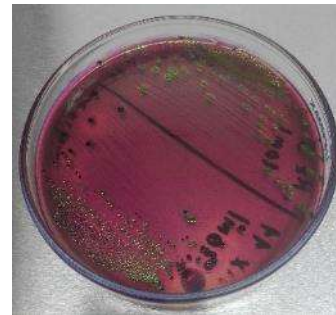
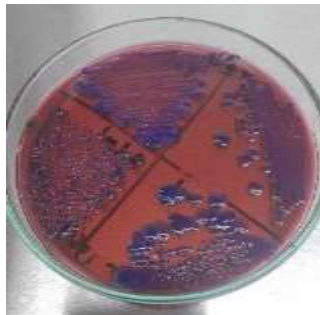
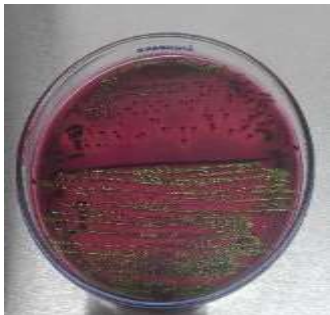


3. Sembrar en el agar EMB



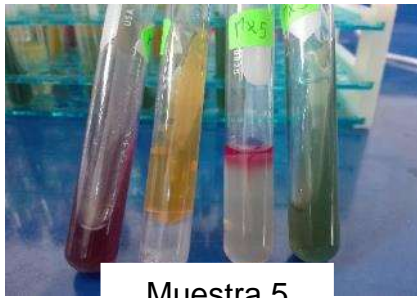
4. Dejar incubar a 37 °C de 24/48 horas.

5. Revisar el crecimiento de microorganismos.



6. Realizar las pruebas diferenciales (pruebas bioquímicas) y poner a incubar

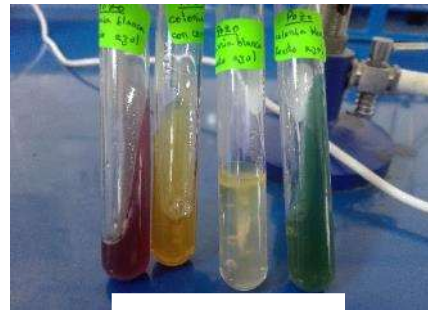
7. Lectura



Muestra 5

TSI	LIA	SIM	Citrato
A/A	K/K	+	-

Escherichia coli



Pozo 1

TSI	LIA	SIM	Citrato
A/A	K/K	-	+

Klebsiella

Anexo 5: Infraestructura de Pozos de abastecimiento

Zona de captación: No tiene protección para los agentes contaminantes del medio ambiente.



Cámara de sedimentación: Presenta moho verdoso y tierra en el fondo de la cámara, por no tener una limpieza adecuada.



Cámara de filtración: Presenta contaminación, las paredes totalmente cubiertas de moho y tiene una tapa de protección.



Reservorio: No tiene tapa por lo tanto presenta objetos (pelotas, carros de juguete) y también hojas de plantas,



Anexo 6: Zonas de almacenamiento del agua del centro poblado Pachapiriana



Canaletas conectadas
hacia los pozos de agua



Zona de
captación



Cámara de
filtración



Cámara de
Sedimentación



Reservorio

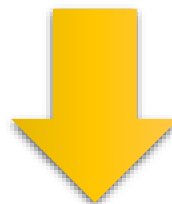
Anexo 7: Recolección de muestras de las zonas de almacenamiento.



Recolección de la zona de Captación



Recolección de la muestra de la cámara de sedimentación



Recolección de la muestra del reservorio



Recolección de la muestra de la cámara de filtración

Anexo 8: Table 9221.IV. MPN Index and 95% Confidence Limits for Various Combinations of Positive Results When Five Tubes Are Used per Dilution (10 mL, 1.0 mL, 0.1 mL)*

Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	Confidence Limits		Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	Confidence Limits	
		Low	High			Low	High
0-0-0	<1.8	—	6.8	4-0-3	25	9.8	70
0-0-1	1.8	0.090	6.8	4-1-0	17	6.0	40
0-1-0	1.8	0.090	6.9	4-1-1	21	6.8	42
0-1-1	3.6	0.70	10	4-1-2	26	9.8	70
0-2-0	3.7	0.70	10	4-1-3	31	10	70
0-2-1	5.5	1.8	15	4-2-0	22	6.8	50
0-3-0	5.6	1.8	15	4-2-1	26	9.8	70
1-0-0	2.0	0.10	10	4-2-2	32	10	70
1-0-1	4.0	0.70	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6.0	1.8	15	4-3-0	27	9.9	70
1-1-0	4.0	0.71	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6.1	1.8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8.1	3.4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6.1	1.8	15	4-4-1	40	14	100
1-2-1	8.2	3.4	22	4-4-2	47	15	120
1-3-0	8.3	3.4	22	4-5-0	41	14	100
1-3-1	10	3.5	22	4-5-1	48	15	120
1-4-0	10	3.5	22	5-0-0	23	6.8	70
2-0-0	4.5	0.79	15	5-0-1	31	10	70
2-0-1	6.8	1.8	15	5-0-2	43	14	100
2-0-2	9.1	3.4	22	5-0-3	58	22	150
2-1-0	6.8	1.8	17	5-1-0	33	10	100
2-1-1	9.2	3.4	22	5-1-1	46	14	120
2-1-2	12	4.1	26	5-1-2	63	22	150
2-2-0	9.3	3.4	22	5-1-3	84	34	220
2-2-1	12	4.1	26	5-2-0	49	15	150
2-2-2	14	5.9	36	5-2-1	70	22	170
2-3-0	12	4.1	26	5-2-2	94	34	230
2-3-1	14	5.9	36	5-2-3	120	36	250
2-4-0	15	5.9	36	5-2-4	150	58	400
3-0-0	7.8	2.1	22	5-3-0	79	22	220
3-0-1	11	3.5	23	5-3-1	110	34	250
3-0-2	13	5.6	35	5-3-2	140	52	400
3-1-0	11	3.5	26	5-3-3	170	70	400
3-1-1	14	5.6	36	5-3-4	210	70	400
3-1-2	17	6.0	36	5-4-0	130	36	400
3-2-0	14	5.7	36	5-4-1	170	58	400
3-2-1	17	6.8	40	5-4-2	220	70	440
3-2-2	20	6.8	40	5-4-3	280	100	710
3-3-0	17	6.8	40	5-4-4	350	100	710
3-3-1	21	6.8	40	5-4-5	430	150	1100
3-3-2	24	9.8	70	5-5-0	240	70	710
3-4-0	21	6.8	40	5-5-1	350	100	1100
3-4-1	24	9.8	70	5-5-2	540	150	1700
3-5-0	25	9.8	70	5-5-3	920	220	2600
4-0-0	13	4.1	35	5-5-4	1600	400	4600
4-0-1	17	5.9	36	5-5-5	>1600	700	—
4-0-2	21	6.8	40				

ults to two significant figures

Fuente: STANDARD METHODS 9221 B. STANDARD TOTAL COLIFORM FERMENTATION TECHNIQUE, JUNE 2003

Anexo 9: Análisis de laboratorio de la calidad del agua



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE SALUD JAÉN
CENTRO DE SALUD MORRO SOLAR



PERÚ Ministerio de Salud

2. Cuadro de resultados de los 4 pozos de captación

Muestra de pozos	COLIFORMES TOTALES								D.S N° 031-2010-SA		COLIFORMES FECALES				D.S N° 031-2010-SA		ESCHERICHIA COLI				D.S N° 031-2010-SA	
	Prueba Presuntiva			Prueba Confirmativa			NMP/100 ml	Unidad de medida	Límite máximo permisible			NMP/100 ml	Unidad de medida	Límite máximo permisible			NMP/100 ml	Unidad de medida	Límite máximo permisible			
	10	1	0,1	10	1	0,1																
A	5	3	1	5	3	0	79	UFC/100 ml a 35 °C	< 1,8/100 ml			UFC/100 ml a 44,5 °C	< 1,8/100 ml					UFC/100 ml a 44,5 °C	< 1,8/100 ml			
B	5	2	0	5	2	0	49															
C	4	3	1	4	3	0	27															
D	5	2	0	5	2	0	49															

[Firma]
 MARGO GUILLERMO NÚÑEZ SÁNCHEZ
 OTORRINO

23 de septiembre del 2019

